ÜBER RADIUM F.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

VEREINIGTEN FRIEDRICHS-UNIVERSITÄT

HALLE-WITTENBERG

VORGELEGT VON

OTTO DEMMLER

AUS ZELLA ST. BLASII.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

HALLE A. S.
HOFBUCHDRUCKEREI C. A. KAEMMERER & CO.
1912.

Referent: Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Dorn.

Dem Andenken meiner lieben Eltern!

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung 7
Versuchsanordnung 9
Versuchsmaterial 12
Gang der Untersuchungen 13
Verwertung der Beobachtungen 15
Ergebnisse 16
Untersuchungen der Al-folien 16
Emanationsversuch 17
Aktivierungversuche 18
A. Im lufterfüllten Raum 18
B. Im luftleeren Raum 22
Reichweitebestimmung der aktivierten Platten . . 26
Absorption der Strahlung 28
Diskussion der Resultate 30
Versuche mit Anlegen eines elektrischen Feldes . 33
Zusammenfassung 35

Einleitung.

Die α-Strahlen besitzen die Eigenschaft, Ionisation und Scintillation hervorzurufen. S. Eve[1]) hat bereits den Einfluß eines elektrischen Feldes auf die Ionisationswirkung eines radioaktiven Präparates festgestellt. Seine Versuche beziehen sich auf die α-Strahlung von Thor-C, das er durch Aktivierung einer Platte in Thor-Emanation erhalten hat. Max Reinganum[2]) führte Versuche mit Polonium aus und fand auf elektrometrischem Wege eine Veränderung der Reichweite der α-Strahlen bei Anlegen eines elektrischen Feldes an das Präparat.

Haben die α-Strahlen eine gewisse Strecke durchlaufen, so verlieren sie die oben erwähnte Eigenschaft. Hierüber bestehen zwei Ansichten; nach der einen büßt das α-Teilchen seine ganze Geschwindigkeit ein; nach der anderen wird dieselbe nur erheblich vermindert. Auf Anregung und mit gütiger Unterstützung des Herrn Prof. Dr. Dorn stellte ich mir zunächst die Aufgabe, zu untersuchen, ob das α-Teilchen durch ein elektrisches Feld die verlorene Eigenschaft wiedererlangen kann. Ich wandte bei meinen Versuchen die Scintillationsmethode an.

In eine Glasröhre waren zwei Elektroden einander gegenüber eingeschmolzen. Auf diese konnten zwei Aluminiumhülsen k und h aufgesetzt werden (Fig. 2, hierin ist jedoch der geringere Abstand gezeichnet, der bei späteren Versuchen benutzt wurde); der Abstand beider betrug ungefähr 9 cm. In die Hülse k kam ein Leuchtschirm mit Zinksulfid; in die Hülse h wurde das Polonium-Präparat

---

1) S. Eve: Phil. Mag. [6.] 15. S. 720. 1908.

2) Max Reinganum: Sitz.-Ber. d. Heidelb. Akad. d. W. Math.-Nat. Kl. 1910. 8. Abhandl. (Diese Abhandlung erschien, nachdem ich meine Untersuchungen bereits begonnen hatte.)

gelegt, darüber angedrückt durch kleine Federn die Aluminium-Folien, welche das Präparat an Durchmesser um 1 cm übertrafen und somit völlig bedeckten, so daß ein Vorbeigleiten von α-Teilchen an den Seiten der Folien ganz unmöglich war. Die Röhre war zwecks Evakuierung mit einem seitlichen Ansatzrohre versehen. Wurde die Röhre mittelst Quecksilberpumpe evakuiert, so trat ein heftiges Scintillieren des Leuchtschirmes infolge der auf ihn auftreffenden α-Strahlung ein; durch 9 Aluminium-Folien von der Dicke 0,0031 mm konnte die Strahlung aufgehalten werden. Durch Anlegen eines Potentials, etwa 1 cm Schlagweite entsprechend, das durch eine Influenzmaschine erzeugt wurde, an die Elektroden der Glasröhre wurde die Scintillation wieder hervorgerufen. Das Ergebnis dieses Versuches spricht für die Annahme, daß die α-Strahlen die 9. Folie mit einer der kritischen nahe kommenden Geschwindigkeit durchsetzten, die dann durch das Feld über den kritischen Wert erhoben wurde, so daß die Aktivität wieder erlangt wurde.

Nach einiger Zeit, während derer das Vakuum erhalten blieb, war auch ein Aufleuchten des Schirmes zu beobachten, wenn das Polonium-Präparat mit 10 Folien bedeckt war; ja sogar noch mehrere Tage nach Entfernen des Präparates aus der Röhre. Dies ließ sich nur dadurch erklären, daß eine radioaktive Substanz auf die Röhrenwände oder den Schirm gelangt war. Ich füge noch hinzu, daß eine Berührung des Leuchtschirmes mit dem benutzten Präparat oder einer anderen radioaktiven Substanz peinlichst vermieden war. Für die Deutung dieser Erscheinung kommen jedenfalls Rückstoßvorgänge[1]) in Betracht.

---

1) Miss Brooks: Nature, 21. Juli 1904 Rutherford, Radioaktivität 1907. S. 404. O. Hahn: Ph. Z. S. 10, S. 81—88. 1909. O. Hahn und L. Meitner: Verh. d. D. Phys. Ges. 11, S. 55–62. 1909. S. Ruß und W. Makower: Nature 79, S. 340, 1909. Phys. Z. S. 10, S. 361—372. 1909. Proc. Roy. Soc. (A.) 82, S. 205—224. 1909. Le Radium 6, S. 182—188. 1909. Phil. Mag. [6] 19. S. 100—115. 1910. Proc. Phys. Soc. 22, S. 141—165. 1910. Nature 83, S. 460. 1910. Le Radium 7, S. 93—96. 1910.

Indem ein α-Teilchen mit großer Geschwindigkeit ausgestoßen wird, erhält das Restatom einen entgegengesetzten Antrieb gleicher Bewegungsgröße. Da das Radiumatom (Atomgewickt 226,5) bis zum Übergang in das Restatom von Ra. F fünf α-Teilchen (Heliumatome vom Atomgewicht 3,96) abgibt, so wäre dem betr. Restatom das Atomgewicht 206,7 zuzuschreiben. Schätzt man die Geschwindigkeit des von Ra. F ausgehenden α-Teilchen auf $1{,}7 \cdot 10^9$ cm sek.$^{-1}$, so folgt für das Restatom $1{,}7 \cdot 10^9 \cdot 3{,}96/206{,}7 = 3{,}3 \cdot 10^7$ cm sek.$^{-1}$.

Man könnte andererseits annehmen, daß die schnell bewegten ausgeschleuderten α-Teilchen oder auch die Restatome unzerlegte Ra. F-Teilchen von der primären Platte ablösen.

Versuchsanordnung.

Um die etwa durch Rückstoß fortgeschleuderten Produkte zu untersuchen, aktivierte ich eine Metallplatte dadurch, daß ich sie einem Polonium-Präparat aussetzte.

Auf einer Glasplatte wurden drei Kupferdrähte mit Klebwachs, unter einem Winkel von 120° gegen einander geneigt, liegend befestigt (s. Fig. 1a, b); zwischen diese Drähte kam das Polonium-Präparat direkt auf die Glasplatte zu liegen, während die zu aktivierende Messingplatte auf die Drähte gelegt wurde. Diese Vorrichtung wurde bei dem ersten Versuch gegen die Außenluft durch eine darübergedeckte Glasschale geschützt; bei weiteren Versuchen wurde sie in einen Exsikkator gestellt, der evakuiert werden konnte. Der Abstand zwischen Präparat und Messingplatte wurde mit einem Sphärometer bestimmt.

Um Versuche im Vakuum anzusetzen, benutzte ich ferner die schon oben erwähnte Glasröhre (s. Fig. 2). Diese bestand aus zwei Teilen, die mittels eines Schliffes gut in einander gefügt werden konnten. Um einen luftdichten

Abschluß zu erhalten, wurde der Schliff stets gut eingefettet. In die Röhre waren einander gegenüber zwei Elektroden eingeschmolzen, auf die Aluminium-Hülsen zur Aufnahme des Polonium-Präparates bezw. der zu aktivierenden Messingplatte aufgesetzt werden konnten. Außerdem war die Glasröhre mit einem seitlichen Ansatzrohre versehen, durch welches die Röhre mit einer Quecksilberpumpe zwecks Evakuierung in Verbindung gebracht werden konnte.

Um starke Wirkungen zu erzielen, ließ ich die Messingplatten möglichst lange dem aktiven Präparat ausgesetzt.

Über die Aktivierungszeit, sowie die Entfernung der zu aktivierenden Platte von der aktiven Platte werde ich bei jedem Versuche nähere Angaben machen.

Nach längerer Exposition wurde dann die Messingplatte in einem Meßkondensator mittels Quadrantelektrometer untersucht. Der Meßkondensator hatte die in „Kohlrausch (Dorn) Lehrbuch der praktischen Physik", 11. Aufl., S. 636 angegebene Form; die äußere Elektrode bestand in einem auf einer als Isolation dienenden Paraffinplatte aufgestellten Messingzylinder von 30 cm Höhe und 11 cm Durchmesser (s. Fig. 3). Als innere Elektrode diente ein Messingstab, der isoliert durch den Zylinderdeckel hindurchgeführt war und sich in der Mitte des Meßzylinders befand. Die Isolation des Stabes bestand aus einem Bernsteinstopfen, der von zwei konzentrischen Ebonitringen umgeben war; diese waren wiederum durch einen dauernd geerdeten Messingring getrennt. Der äußere Ebonitring war von einem Ringe aus starkem Messingblech umgeben; letzterer wurde nach Zwischenlegen eines starken, weichen Gummiringes auf den oberen Rand des Meßzylinders durch Überwurfklemmen luftdicht aufgepreßt. Zum bequemen Einführen und Entfernen der aktivierten Messingplatten diente eine gut abgeätzte und mit Sandpapier abgeschmirgelte Messingplatte von ungefähr 10 cm Durchmesser mit einem Drahtbügel als Handhabe. Der Zylinder wurde mittels einer Batterie von

kleinen Akkumulatoren von Klingelfuß auf +300 bis 320 Volt geladen; der negative Pol der Batterie war ständig geerdet.

Der Sättigungsstrom wurde mit einem Quadrantelektrometer der Mascartschen Form gemessen. Die Nadel war mit dem einen Pol einer Batterie von 100 Latimer Clark-Elementen verbunden, die von Herrn Starke[1]) nach den Angaben der physikalisch-technischen Reichsanstalt bei früheren Versuchen hergestellt worden waren; der andere Pol der Batterie war geerdet. Das Quadrantenpaar b d war geerdet; das Quadrantenpaar a c war mit dem Stabe A des Meßkondensators durch einen Draht von 0,5 mm Dicke verbunden. Zum Schutze gegen äußere Einflüsse war der Draht achsial in ein dauernd geerdetes mit Paraffin ausgegossenes Messingrohr von 1 cm Durchmesser eingeschmolzen. Die Erdung des freien Quadrantenpaares a c konnte mit Hilfe eines Seidenfadens vom Platze des Beobachters her ausgelöst werden.

Die Ablesung der Elektrometerausschläge geschah mit Fernrohr und Skala. Die Zeitmessung erfolgte mit Taschenuhr und lautschlagendem Sekundenpendel; bei einigen Versuchen mußte ich mich jedoch wegen der großen Nadelgeschwindigkeit einer Stoppuhr bedienen.

Die Kapazität des Elektrometers samt Zuleitung und Messingstab A wurde mit Hilfe eines Harms'schen[2]) Kondensators bestimmt. Sie betrug für Elektrometer + Zuleitung 69,03 cm, für Elektrometer + Zuleitung + Messingstab A 77,14 cm.

Zur Bestimmung der Reichweite der aktivierten Messingplatten wurde ein kleinerer Messingzylinder von 10,7 cm Höhe und 11,1 cm Durchmesser benutzt. An Stelle des Messingstabes A war hier eine plattenförmige Messingelektrode von 7 cm Durchmesser eingeführt; der Zylinderdeckel war ebenso ausgeführt wie der oben beschriebene

1) W. Starke, Dissertation Halle 1911.
2) F. Harms, Phys. Z. S. 5, S. 47. 1904.

des großen Zylinders Auf den Boden des Zylinders wurde eine kleine Blechbüchse zur Aufnahme der aktivierten Platte gestellt (s. Fig. 4). Auf den Rand dieser Büchse wurde eine runde, zentrisch durchlochte Messingscheibe gelegt, und hierauf kamen zwei ineinanderschiebbare Messingringe von je 2 cm Höhe, auf die ein Drahtnetz zum Abschneiden des elektrischen Feldes gelegt wurde. Der Abstand zwischen Drahtnetz und Kondensatorplatte wurde beim Auseinanderschieben der Ringe dadurch konstant gehalten, daß die Kondensatorplatte um denselben Betrag hochgezogen wurde wie die Ringe auseinandergeschoben; der konstante Abstand betrug 0,7 cm.

Der Zylinder war hierbei geerdet, dadurch auch das Drahtnetz. Die Kondensatorplatte war mit dem Elektrometer, das durch ein Normalelement aufgeladen wurde, verbunden.[1])

Da die Strahlung der aktivierten Messingplatten verhältnismäßig schwach war, so konnte die von Bragg und Kleeman[2]) benutzte Anordnung von kleinen Röhren nur in einem Falle zur Anwendung kommen.

Versuchsmaterial.

Das Polonium oder Radium F, das als aktivierende Substanz diente, wurde aus einer konzentrierten Radiobleiazetatlösung, die in liebenswürdiger Weise von der Akademie der Wissenschaften in Wien zur Verfügung gestellt war, auf elektrolytischem Wege gewonnen. Nach den Angaben von St. Meyer und E. v. Schweidler[3]) wird aus

1) Vgl. Kohlrausch (Dorn): Lehrbuch der prakt. Physik, 11. Aufl. S. 643.

2) Bragg und Kleeman: Phil. Mag. [6.] 8. S. 719. 1904. Phil. Mag. [6.] 10. S. 318. 1905.

3) St. Meyer und E. v. Schweidler: Wiener Anzeiger 1906. S. 161 bis 169.

obengenannter Lösung, die Radium D, E und F enthielt, an einer Platinkathode bei einer Stromdichte von $4 \cdot 10^{-6}$ Ampere pro 1 cm² nur Radium F abgeschieden.

Die Spannung betrug 1 Volt.

Die Kathode bestand aus einem kreisrunden, dünnen Platinblech von 2 cm Durchmesser.

Bei den Aktivierungsversuchen wurden zwei Präparate benutzt; das erste war von Herrn Prof. Dr. Dorn im März 1910, das zweite von Herrn Dr. Hesius und mir im Februar 1911 hergestellt. Die Elektrolyse dauerte stets mehrere Wochen.

Um sicher zu sein, daß nur Radium F auf dem Platinblech niedergeschlagen war und nicht etwa noch Radium E_2 mit seiner β-Strahlung, untersuchte ich die Absorption der Strahlung durch Aluminiumfolien von 0,0031 mm Dicke mit einem Elektrometer nach Lutz-Edelmann. Es genügten acht Folien, um die ganze Strahlung zurückzuhalten. Somit gingen von den Präparaten nur α-Strahlen aus.

Als sekundäre Präparate, d. h. aktive Präparate, die dadurch erhalten wurden, daß sie sich in geringem Abstande dem Ra F-Präparate gegenüber befanden, dienten Messingplatten von 3 cm Durchmesser.

Gang der Untersuchungen.

Bei den Untersuchungen verfuhr ich auf folgende Weise:

Die zu aktivierende Messingplatte wurde mit Schwefelsäure und Salzsäure gut abgeätzt und sodann noch mit Sandpapier abgerieben und mit Alkohol abgewaschen. Hierauf untersuchte ich sie im großen Meßzylinder mit dem Elektrometer; sie wies keine Aktivität auf; die Zerstreuung, die sich ergab, stimmte stets mit der natürlichen Zerstreuung überein. Nunmehr legte ich die Messingplatte auf die drei ebenfalls

gut abgeätzten Drähte bezw. in die Hülse der Glasröhre, nachdem das Polonium-Präparat zuvor auf die Glasplatte zwischen die Drähte, bezw. in die entsprechende Hülse der Röhre gebracht war. Eine Berührung der Messingplatte mit dem aktiven Präparat wurde sorgfältig vermieden. Diese Anordnung wurde in der oben angegebenen Weise gegen die Außenluft abgeschlossen und blieb nun längere Zeit sich überlassen.

Nach hinreichender Exposition untersuchte ich die Messingplatte auf Aktivität:

Am Tage vorher, bevor ich die Untersuchung der Platte vornahm, rieb ich Messingzylinder sowie Messingstab und Messingplatte — zum Einführen des sekundären Präparates — mit Sandpapier sorgfältig ab, wusch sie mit Alkohol und trocknete mit einem sauberen Tuche nach. Dann wurde der Zylinder in der angegebenen Weise geschlossen und an Spannung gelegt; es hatte sich als vorteilhaft erwiesen, den Zylinder schon einige Stunden vor den Untersuchungen zu laden. Am Beobachtungstage rührte ich $^1/_2$ bis 1 Stunde vor dem Versuche die Schwefelsäure im Elektrometer sorgfältig um und bestimmte die Elektrometerempfindlichkeit, d. h. den Ausschlag für 1 Volt Potentialdifferenz. Um einen Ausgleich zwischen der Luft im Zylinder und der Zimmerluft herbeizuführen, öffnete ich nochmals den Zylinder für einige Sekunden.

Da in der freien Luft, wie schon Elster und Geitel[1]) und C. T. R. Wilson[2]) nachgewiesen, immer eine geringe Menge von Ionen vorhanden ist, so bestimmte ich zunächst mindestens 20 Minuten hindurch die natürliche Luftionisation. Sodann führte ich die aktivierte Platte ein und beobachtete die durch sie hervorgerufene Ionisation, indem ich 20 Minuten

1) Elster und Geitel: Phys. Z. S. 2. S. 116. 1900.

2) C. T. R. Wilson: Proc. Camb. Phil. Soc. 11. S. 52. 1900. Proc. Roy. Soc. 68. S. 152. 1901.

lang jede Minute das Elektrometer ablas, erdete, isolierte und dies mehrmals wiederholte. Die Beobachtungen der Abklingungskonstanten erstreckten sich wegen des langsamen Abklingens auf mehrere Wochen.

Verwertung der Beobachtungen.

Aus den bei den Versuchen erhaltenen Werten der Intensitäten, abzüglich der für die natürliche Zerstreuung, wurden die Abklingungskonstante λ sowie die Anfangsintensität I_o berechnet. Nach dem Abklingungsgesetz ist

$$I_t = I_o \cdot e^{-\lambda t},$$

worin I_t die Aktivität zur Zeit t nach Beendigung der Aktivierung, I_o die Anfangsaktivität zur Zeit o,
e die Basis der natürlichen Logarithmen und
λ die Abklingungskonstante bedeutet.

Da der Berechnung stets eine größere Anzahl von Beobachtungen zugrunde lag, wurde die Methode der kleinsten Quadrate angewandt. Ist n die Anzahl der Beobachtungen, so ist:

$$\lambda = \frac{n \cdot \Sigma (t \cdot \lg\text{nat } I_t) - \Sigma (t) \cdot \Sigma (\lg\text{nat } I_t)}{[\Sigma (t)]^2 - n \cdot \Sigma (t^2)}$$

und

$$\lg\text{nat } I_o = \frac{\Sigma (t) \cdot \Sigma (t \lg\text{nat } I_t) - \Sigma (t^2) \Sigma (\lg\text{nat } I_t)}{[\Sigma (t)]^2 - n \cdot \Sigma (t^2)}.$$

Sämtliche angeführten Beobachtungszahlen sind, sofern nichts anderes angegeben, Mittelwerte aus je 20 Beobachtungen, indem minutenweise abgelesen wurde. Aus den Differenzen 11—1, 12—2 usf. wurde das Mittel genommen und hiervon die natürliche Luftionisation abgezogen. Die Zahlen in den Tabellen geben Intensitäten pro 10 Minuten an.

Da die elektrometrische Untersuchung sich stets auf mehrere Wochen erstreckte, änderte sich oft die Elektrometerempfindlichkeit. Infolgedessen wurde an jedem Beob-

achtungstage die Empfindlichkeit neu bestimmt, und die Beobachtungen wurden auf die zu Beginn der Untersuchung vorhandene Empfindlichkeit reduziert.

In den nachfolgenden Tabellen sind also nicht die direkt beobachteten, sondern die reduzierten Intensitätswerte aufgeführt.

Die Ergebnisse.

Bevor ich auf die Hauptversuche dieser Arbeit eingehe, möchte ich zwei Versuche anführen, jedoch ohne nähere Beobachtungszahlen.

I. Da auf den Schirm eine radioaktive Snbstanz gekommen war, so war anzunehmen, daß auch die benutzten Aluminiumfolien Aktivität aufweisen würden. Deshalb untersuchte ich diese daraufhin.

Die Elektrometerempfindlichkeit war 154,6 Skalenteile für 1 Volt; die natürliche Zerstreuung betrug 3,07 Skalenteile in einer Minute.

Die Aktivität der Folien — mit 1 ist die dem Präparat zunächst liegende bezeichnet —, ergab sich wie folgt:

Folie Nr.	Skt./1 Min. beob.	Skt./1 Min. — nat. Zerstr.
1	99,07	96,00
2	34,94	31,87
3	28,84	25,77
4	16,73	13,66
5	13,60	10,53
6	13,22	10,15
7	11,72	8,65
8	7,03	3,96
9	6,80	3,73
10	4,20	1,13

Die Aktivität der Folien nimmt also mit Entfernung vom Präparat ab.

II. Wie auf Seite 8 erwähnt, tauchte die Vermutung auf, daß Ra. F ein Unterprodukt bildet; es lag nahe, zunächst an eine eventuelle Emanation zu denken. Ich setzte deshalb einen Emanationsversuch auf dieselbe Weise an, wie von Hesius[1]), Starke[2]) und Kolhörster[3]) Quellenuntersuchungen vorgenommen sind. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei obengenannten Herren, nur daß ich an Stelle der Flasche mit dem zu untersuchenden Wasser eine Messingröhre von 20 cm Länge und 4 cm Durchmesser brachte; die Messingröhre war an beiden Enden mit Gummistopfen, durch welche Glasröhren geführt waren, verschlossen. In die Röhre wurde ein kleiner Trog mit dem Polonium-Präparat gestellt. Wurde das Gebläse in Tätigkeit gesetzt, so ging der zirkulierende Luftstrom über das Präparat hin und konnte die sich ev. entwickelnde Emanation mit sich führen. Ich beobachtete nun zunächst die natürliche Ionisation vor, während des Einblasens und nachher; sie war merklich konstant, während des Einblasens etwas höher. Sodann brachte ich das Präparat in die Messingröhre und verfuhr ebenso wie vorher. Nach dem Einblasen beobachtete ich noch 4 Stunden weiter, indem ich stets 20 Minuten hindurch minutenweise ablas, dann die Erdung herstellte und nach einigen Minuten von neuem beobachtete. Die Zerstreuung, die sich ergab, war nicht merklich größer wie die natürliche; sie betrug im Mittel 13,75 Skalenteile in 10 Minuten, während die natürliche 12,44 Skalenteile in 10 Minuten war, bei einer Empfindlichkeit von 135,7 Skalenteilen pro 1 Volt. Der Zylinder blieb nun geschlossen vom Präparat getrennt an Spannung stehen. Als ich nach 15 Stunden wieder beobachtete, war die Zerstreuung auf 22,67 Skalenteile in 10 Minuten im Mittel gestiegen. Diese Steigerung nahm auch während der nächsten Tage noch zu. Nach fast 13 Tagen war ein Maximum von ungefähr

1) Hesius, Dissertation Halle 1910.
2) Starke, Dissertation Halle 1911.
3) Kolhörster, Dissertation Halle 1911.

53 Skalenteilen in 10 Minuten erreicht. Ich beobachtete nun noch mehrere Wochen hindurch, indem ich von Zeit zu Zeit Ablesungen machte, konnte aber keine merkliche Zunahme oder Abnahme feststellen. Hiernach kann es sich um Radiumemanation nicht handeln. Elster und Geitel[1]) haben zwar auf eine allmähliche Zunahme der Ionisation eines durch eine Glasglocke abgeschlossenen Luftvolumens hingewiesen, und Viereck[2]) führt einen Versuch an mit einem Messingzylinder von derselben Beschaffenheit wie der von mir benutzte. Bei letzterem nahm die spontane Zerstreuung um 6 Skalenteile in 70 Stunden zu, während mein Versuch eine Zunahme von ungefähr 8 Skalenteilen in 15 Stunden ergab. Ein derartiges Ansteigen ist bisher nicht beobachtet worden. Es liegt nahe an eine „strahlenlose" Emanation zu denken, welche dann sich in einen strahlenden Beschlag verwandelt. Doch sind zur Klärung dieser Frage weitere Versuche erforderlich.

Aktivierungsversuche.

A. Im lufterfüllten Raume.

Platte I.

Platte I war dem Polonium-Präparat ausgesetzt vom 11. November 1910 3 h nachmittags bis 15. Dezember 1910 3 h nachmittags, also 34 Tage. Die Aktivierungsanordnung (Fig. 1) war mit einer Glasschale überdeckt. Der Abstand zwischen Präparat und Platte I betrug 0,5 cm.

Die beobachteten Ablesungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt; hierin sind die Intensitäten in Skalenteilen pro 10 Minuten angegeben; die Zeiten sind mittlere Zeiten, gemessen nach Entfernung aus dem Aktivierungsraum. Die Empfindlichkeit betrug 120,7 Skalenteile pro Volt.

---

1) Elster und Geitel: Phys. Z. S. 2. S. 116. 1900. 2. S. 560. 1901.
2) P. Viereck, Dissertation Halle 1910.

Tabelle I.

Beobachtungszeit	Zeit in Tagen	Skt./10 Min. — nat. Zerstr.	Beobachtungszeit	Zeit in Tagen	Skt./10 Min. — nat. Zerstr.
15. XII. 10. 3 h 37	0,023	33,26	28. I. 12 h 34	43,979	19,80
4 h 7	0,046	34,19	1 h 1	43,998	19,29
4 h 29	0,062	30,94	11. II. 10 h 36	57,980	19,52
5 h 13	0,092	30,87	11 h 14	58,000	18,70
5 h 36	0,106	30,74	11 h 45	58,020	17,97
6 h 17	0,136	31,77	13. II. 9 h 55	59,943	17,93
16. XII. 10 h 33	0,812	34,11	10 h 25	59,963	19,02
10 h 55	0,827	34,88	10 h 53	59,982	17,82
11 h 29	0,850	33,62	6 h 29	60,294	18,34
3 h 36	1,023	33,10	14. II. 11 h 5	60,980	17,10
4 h 17	1,051	32,75	11 h 33	61,000	17,15
17. XII. 11 h 54	1,951	33,92	3 h 31	61,125	15,79
12 h 21	1,970	30,93	3 h 58	61 144	15,29
12 h 49	1,988	30,24	17. II. 11 h 27	63,956	16,27
19. XII. 11 h 35	3,938	30,11	11 h 53	63,972	16,12
12 h 1	3,955	32,08	18. II. 10 h 42	64,930	15,34
2 h 28	4,050	32,96	11 h 9	64,949	15,14
2 h 53	4,068	30,86	13. III. 4 h 12	87,257	14,93
3 h 21	4,087	28,19	4 h 39	87,276	14,06
3 h 47	4,105	27,98	5 h 20	87,304	12,70
4 h 21	4,128	29,06	5 h 43	87,319	14,70
4 h 47	4,146	28,36	14. III. 11 h 56	88,078	12,71
24. I. 11. 10 h 56	39,902	20,69	12 h 29	88,098	14,62
11 h 32	39,927	20,52	4 h 1	88,244	12,45
11 h 59	39,946	19,94	4 h 25	88,262	12,96
2 h 36	40,074	20,02	4 h 53	88,281	14,20
2 h 58	40,083	19,08	15. III. 11 h 3	89,031	13,79
25. I. 2 h 47	41,072	21,80	11 h 35	89,051	14,55
3 h 28	41,100	19,28	12 h 5	89,071	13,51
27. I. 12 h 9	42,960	20,16	3 h 16	89,196	11,45
12 h 38	42,980	20,03	3 h 48	89,216	11,78
1 h 5	42,999	19,90			

Aus diesen Beobachtungen ergab sich

$$\lambda = 1{,}162 \cdot 10^{-7} \text{ Sekunden}^{-1}$$

und

$$I_o = 31{,}76 \text{ Skalenteile in 10 Minuten.}$$

Ra. F hat $\lambda = 5{,}6 \cdot 10^{-8}$.

Platte III.

Die Aktivierung der Platte III dauerte vom 1. Mai 1911 3 h nachmittags bis 16. Mai 1911 10 h 50 vormittags, somit 14,75 Tage. Die Anordnung war dieselbe wie bei Platte I; nur war sie bei diesem Versuche in einen Exsikkator gestellt, um sie gegen die Außenluft abzuschließen. Die Entfernung zwischen Polonium und Platte III. betrug 0,5 cm. Gleich nach Entfernen der Platte aus dem Aktivierungsraume wurde die Aktivität der Platte beobachtet. Die Elektrometerempfindlichkeit betrug 120,8 Skalenteile für 1 Volt.

Folgende Beobachtungen wurden gemacht:

Tabelle II.

Beobachtungszeit	Zeit in Tagen	Skt./10 Min. — nat. Zerstr.
16. V. 11 12 h 15	0,059	4,29
12 h 37	0,074	4,53
4 h 48	0,249	4,46
20. V. 12 h 17	4,060	4,15
1 h 19	4,102	3,72
1 h 41	4,117	3,46
1. VI. 11 h 23	16,023	3,41
11 h 45	16,038	3,22
3. VII. 9 h 52	47,959	1,97
10 h 42	47,994	2,01
10 h 55	48,003	1,93
2. VIII. 3 h 32	78,197	1,91
4 h 22	78,231	1,36
3. VIII. 10 h 36	78,991	1,26
11 h 9	79,013	1,43
14. VIII. 2 h 39	90,159	1,53
3 h 5	90,177	1,39

Die Methode der kleinsten Quadrate ergab:

$$\lambda = 1{,}477 \cdot 10^{-7} \text{ Sekunden}^{-1}$$

und

$$I_0 = 4{,}024 \text{ Skalenteile in 10 Minuten.}$$

Platte IV.

Platte IV war dem Polonium-Präparat ausgesetzt vom 16. Mai 1911 11 h vormittags bis 30. Mai 1911 9 h vormittags, also 13,92 Tage. Die Anordnung war dieselbe wie bei Platte III. Der Abstand betrug 0,5 cm. Die Elektrometerempfindlichkeit betrug 124,97 Skalenteile pro 1 Volt.

Die Ablesungen sind in Tabelle III zusammengestellt.

Tabelle III.

Beobachtungszeit		Zeit in Tagen	Skt./10 Min. — nat. Zerstr.
30. V. 11	9 h 26	0,018	3,66
	10 h 32	0,064	3,17
31. V.	11 h 57	1,123	3,22
	12 h 25	1,142	3,20
3. VII.	3 h 43	34,280	2,73
	3 h 55	34,289	2,38
3. VIII.	8 h 39	64,989	2,08
	9 h 25	65,018	1,58
	9 h 48	65,034	1,68
14. VIII	3 h 40	76,265	1,41
	4 h 3	76,281	1,56

Hieraus ergibt sich

$$\lambda = 1{,}242 \cdot 10^{-7} \text{ Sekunden}^{-1}$$

und

$$I_0 = 3{,}494 \text{ Skalenteile in 10 Minuten.}$$

Platte V.

Platte V befand sich außerhalb der Reichweite der α-Strahlen des Poloniums. Die Anordnung hierbei war folgende:

Auf einer Glasplatte befestigte ich mit Klebwachs das untere Ende eines über 4 cm langen Stückes einer Glasröhre von 3,5 cm Durchmesser. Auf die Fläche der Glasplatte innerhalb der Röhre legte ich das Polonium-Präparat, auf das obere Ende der Röhre die zu aktivierende Messingplatte.

Das Ganze wurde mit einem Becherglase, das auf die Glasplatte mit Paraffin aufgekittet wurde, zum Schutze gegen die Außenluft überdeckt.

Der Abstand zwischen Polonium und Messingplatte betrug 4,4 cm.

Die Expositionszeit dauerte vom 4. Mai 1911 11 h vormittags bis 4. Juli 1911 9 h 30 vormittags, also ungefähr 61 Tage.

Trotz der langen Aktivierungszeit war keine Aktivität der Platte V festzustellen. Die Zerstreuung lag innerhalb der natürlichen Zerstreuung; es war also keine radioaktive Substanz auf die Platte gelangt, wie ich von vorneherein auch erwartet hatte.

B. Im luftleeren Raume.

Platte II.

Platte II war dem Polonium-Präparat ausgesetzt vom 21. Dezember 1910 2 h nachmittags bis 7. März 1911 11 h 45 vormittags, also 75,9 Tage. Die Aktivierungsanordnung war dieselbe wie vorher und befand sich in einem Exsikkator (s. Platte III); letzterer wurde mittels einer Quecksilberpumpe evakuiert.

Der Abstand zwischen aktivem Präparat und zu aktivierender Messingplatte betrug 0,5 cm.

Nach Beendigung der Aktivierung wurde die Platte ebenso untersucht wie die vorhergehenden. Die Beobachtungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt, worin die Intensitäten stets angegeben sind in Skalenteilen pro 1 Minute. Die Elektrometerempfindlichkeit betrug 121,94 Skalenteile pro 1 Volt (s. nebenstehende Tabelle).

Aus den Werten von $t = 1{,}135$ Tage bis zum Schluß, also aus 60 Beobachtungen, ergab sich nach der Methode der kleinsten Quadrate

$$\lambda = 5{,}785 \cdot 10^{-8} \text{ Sekunden}^{-1}$$

und

$$I_0 = 88{,}47 \text{ Skalenteile pro 1 Minute.}$$

Tabelle IV.

Beobachtungszeit		Zeit in Tagen	Skt./1 Min. — nat. Zerstr.
7. III. 11.	12 h 7	0,016	88,54
	12 h 17	0,022	87,14
	2 h 55	0,131	87,36
	3 h 5	0,138	89,68
	3 h 15	0,145	88,20
	3 h 23	0,151	86,88
	3 h 45	0,166	87,09
	3 h 53	0,172	87,47
8. III.	10 h 19	0,940	89,28
	10 h 29	0,948	88,35
	10 h 39	0,955	89,80
	10 h 52	0,963	90,14
	11 h 1	0,969	89,65
	11 h 10	0,975	89,38
	3 h 12	1,135	89,31
	3 h 20	1,140	88,55
	3 h 29	1,146	88,18
	3 h 39	1,154	87,33
	3 h 49	1,160	87,12
	3 h 57	1,165	87,56
9. III.	10 h 18	1,930	88,94
	10 h 28	1,936	87,67
	10 h 37	1,943	87,05
	10 h 46	1,958	88,32
	10 h 55	1,964	88,12
	11 h 4	1,970	88,33
	3 h 15	2,144	86,84
	3 h 24	2,150	88,28
	3 h 33	2,156	87,95
	3 h 43	2,163	89,08
	3 h 51	2,168	87,52
	3 h 59	2,174	86,84
10. III.	10 h 11	2,932	86,80
	10 h 22	2,940	87,40
	10 h 51	2,960	86,08
	10 h 59	2,965	88,43
	11 h 13	2,974	88,97
10. III.	11 h 26	2,983	86,12
	3 h 5	3,135	85,65
	3 h 13	3,140	88,20
	3 h 20	3,145	86,79
	3 h 28	3,150	87,17
	3 h 38	3,157	87,16
20. III.	10 h 16	12,936	82,88
	10 h 26	12,942	83,62
	10 h 38	12,950	81,36
	10 h 48	12,958	83,60
	10 h 58	12,965	82,38
	11 h 15	12,977	83,32
	11 h 25	12,984	80,71
	1 h 57	13,089	81,22
	2 h 7	13,096	82,56
	2 h 28	13,111	82,24
21. III.	10 h 57	13,965	82,29
	11 h 23	13,983	82,96
	11 h 32	13,989	82,77
	11 h 41	13,995	82,28
21. IV.	10 h 50	44,962	70,77
	11 h 0	44,969	70,58
	11 h 12	44,977	70,63
	11 h 22	44,983	70,71
	3 h 42	45,164	71,08
	4 h 2	45,177	70,89
	4 h 19	45,189	70,31
22. IV.	9 h 58	45,898	71,40
	10 h 08	45,908	70,24
	10 h 28	45,933	70,62
	10 h 48	45,958	70,15
24. IV.	10 h 24	47,923	69,56
	10 h 56	47,964	70,22
	11 h 6	47,970	70,31
	11 h 16	47,977	69,36
	11 h 25	47,983	68,66
	11 h 34	47,989	69,47

Die folgenden Aktivierungsversuche wurden in der Glasröhre (Fig. 2) angesetzt. Die Aktivierungsanordnung war hierbei stets dieselbe. Nach Einführen des Präparates in die Hülse h und der Messingplatte in die Hülse k wurde die Röhre geschlossen und sofort mit einer Quecksilberpumpe evakuiert. Der Abstand zwischen aktivem Präparat und zu aktivierender Platte betrug 0,6 cm. Die Aktivierung dauerte 2 Tage.

Durch diese Versuche wollte ich feststellen, ob Aufladen des Poloniums einen Einfluß auf die Aktivierung ausübt.

Die zu aktivierende Platte wurde geerdet, während das aktive Präparat mit dem einen Pol einer Batterie von 320 Klingelfuß-Akkumulatoren, also 600 bis 640 Volt, verbunden wurde.

Nähere Angaben über Aufladen des Präparates sind bei den einzelnen Versuchen gemacht.

Platte VI.

Die Aktivierung dieser Platte währte vom 12. Juli 10 h vormittags bis 14. Juli 10 h vormittags. Während dieser Zeit wurde das Polonium-Präparat positiv aufgeladen.

Die Platte zeigte eine solche Aktivität, daß es unmöglich war, nach Taschenuhr und Sekundenpendel abzulesen. Ich bediente mich deshalb einer Stoppuhr und beobachtete, in welcher Zeit die Elektrometernadel 100, 200 bezw. 300 Skalenteile durchlief; ich machte stets 10 bis 15 Ablesungen und berechnete hieraus das Mittel der Anzahl der Skalenteile für 1 Minute. Diese Mittelwerte sind tabellarisch zusammengestellt.[1])

1) Nach einer genaueren Theorie über elektrometrische Untersuchungen, die mir Herr Prof. Dr. Dorn in bereitwilligster Weise zur Verfügung stellte, wurden die Ausschläge für die mit Stoppuhr beobachteten Zeiten berechnet, und dann auf eine Minute reduziert. Die größte Abweichung zwischen den beobachteten (in der Tabelle angeführten) und den berechneten Intensitäten betrug 0,9 %. Bei der Be-

Die Empfindlichkeit betrug 130,56 Skalenteile für 1 Volt.

Tabelle V.

Beobachtungszeit	Zeit in Tagen	Skt./1 Min. — nat. Zerst.
15. VII. 8 h 40	0,944	509,47
28. VII. 11 h 30	14,056	501,13
3. VIII. 11 h 45	20,066	488,14
15. VIII. 9 h 40	31,978	458,38
14. IX. 2 h 45	62,191	417,30

Die Methode der kleinsten Quadrate ergibt

$$\lambda = 5{,}178 \cdot 10^{-8} \text{ Sekunden}^{-1}$$

und

$$I_o = 525{,}36 \text{ Skalenteile in 1 Minute.}$$

Platte VII.

Bei diesem Versuche wurde das aktive Präparat nicht aufgeladen.

Die Aktivierung dauerte vom 15. Juli 9 h 55 vormittags bis 17. Juli 9 h 55 vormittags.

Die Elektrometerempfindlichkeit war 129,85 Skalenteile für 1 Volt. Tabelle VI enthält die Beobachtungen:

Tabelle VI.

Beobachtungszeit	Zeit in Tagen	Skt./10 Min. — nat. Zerstr.
17. VII. 10 h 28	0,026	5,54
2 h 36	0,192	5,96
2 h 59	0,208	5,49
1. VIII. 4 h 11	15,257	5,30
4 h 44	15,280	5,20
2. VIII. 10 h 24	16,017	5,11
10 h 53	16,038	4,97
13. VIII. 9 h 20	26,967	4,98
9 h 44	26,984	5,08

rechnung wurden allerdings einige Hilfskonstanten benutzt, die nur angenähert für das benutzte Elektrometer stimmten.

Hieraus ergibt sich

$$\lambda = 6{,}093 \cdot 10^{-8} \text{ Sekunden}^{-1}$$

und

$$I_0 = 5{,}63 \text{ Skalenteile in 10 Minuten.}$$

Platte VIII.

Platte VIII war dem Polonium-Präparat im Vakuum vom 18. Juli 10 h vormittags bis 20. Juli 10 h vormittags exponiert. Nach Evakuierung der Röhre wurde das Präparat mit dem negativen Pol der Batterie verbunden, während Messingplatte und positiver Pol geerdet wurden.

Nach zweitägiger Aktivierung wurde dann Platte VIII untersucht. Sie zeigte eine noch bedeutend größere Intensität wie Platte VI die dem positiv geladenen Präparat ausgesetzt war. Die Beobachtung mittelst Stoppuhr ergab 500 Skalenteile in ungefähr 6 Sekunden, d. i. ungefähr 5000 Skalenteile in 1 Minute. Ein Abklingen konnte wegen der großen Aktivität auch nach mehreren Wochen noch nicht beobachtet werden.

Reichweitebestimmung der aktivierten Messingplatten.

Über die Anordnung, die diesen Versuchen zugrunde lag, habe ich schon weiter oben (S. 11) gesprochen.

Leider war es nicht möglich, die Reichweite der im lufterfüllten Raume aktivierten Platten zu bestimmen, da die Intensität der Strahlung sehr klein war und durch das Drahtnetz völlig zurückgehalten wurde. Ich mußte mich deshalb darauf beschränken, nur die Reichweite der Platten II, VI und VIII zu bestimmen, da diese verhältnismäßig stark aktiv waren.

Ich erteilte dem Elektrometer und der damit verbundenen Plattenelektrode des Zylinders durch ein Normal-Element eine negative Ladung und beobachtete nun zunächst die natürliche Entladung, sodann die Entladung durch die Platte, indem ich stets 10 Minuten hindurch Ablesungen machte und aus den Differenzen 6—1, 7—2 usf. das Mittel

der Entladung für 10 Minuten berechnete. Hierauf vergrößerte ich den Abstand zwischen aktivierter Platte und Kondensatorplatte durch Auseinanderschieben der Ringe und stellte die nunmehrige Entladung fest.

Platte II.

Die natürliche Entladung betrug 7,46 Skalenteile in 10 Minuten.

Tabelle VII.

Abstand in cm	Sekt./10 Min. + nat. Entl.	Sekt./10 Min. — nat. Entl.
3,55	12,68	5,22
3,70	9,48	2,02
3,80	8,56	1,10
3,85	7,36	—

Die Reichweite liegt, wie aus der Tabelle ersichtlich, zwischen 3,80 cm und 3,85 cm.

Platte VI.

Die natürliche Entladung betrug 10,56 Skalenteile in 10 Minuten.

Tabelle VIII.

Abstand in cm	Sekt./10 Min. + nat. Entl.	Sekt./10 Min. — nat. Entl.
3,3	19,20	8,64
3,6	17,60	7,04
3,8	12,44	1,88
3,9	10,60	0,04

Der letzte Wert liegt schon innerhalb der Schwankungen der natürlichen Entladung. Somit liegt die Reichweite der Platte VI zwischen den Grenzen 3,8 und 3,9 cm.

Platte VIII.

Diese Platte zeigte, wie bereits oben angegeben, eine sehr starke Aktivität. Es war daher möglich, nach dem

Verfahren von Bragg und Kleeman (l. c.) ein Bündel von engen Röhren von etwa 1 cm Länge zwischen aktiver Platte und Drahtnetz einzuführen, so daß nur die senkrecht in den Raum zwischen Drahtnetz und Kondensatorplatte eindringenden Strahlen eine Entladung des Elektrometers hervorriefen.

Die natürliche Entladung betrug 10,60 Skalenteile in 10 Minuten.

Tabelle IX.

Abstand in cm	Sekt./10 Min. + nat. Entl.	Sekt./10 Min. — nat. Entl.
3,6	18,92	8,32
3,8	15,96	5,36
3,9	11,65	1,05
4,0	10,44	—

Die Grenze der Reichweite liegt zwischen 3,9 und 4,0 cm.

Absorption der Strahlung.

Um die Absorption der Strahlung, die von den aktivierten Messingplatten ausging, zu bestimmen, benutzte ich Aluminiumfolien von 0,0031 mm Dicke. Es wurde hierbei peinlichst darauf geachtet, daß diese Folien keine Risse oder kleine Löcher aufwiesen. Die Versuche wurden mit dem großen Messingzylinder ausgeführt, dessen äußere Elektrode an Spannung lag. Nachdem die natürliche Luftionisation festgestellt war, wurde die zu untersuchende Platte eingeführt und ihre Ionisation bestimmt. Hierauf wurde die Platte mit den Aluminiumfolien bedeckt, wobei stets nur eine Folie eingebracht wurde.

Diese Versuche habe ich auf die Untersuchung der aktiv stärksten Platten beschränkt. Die Resultate sind in den Tabellen X, XI und XII zusammengestellt.

Platte II.

Die natürliche Zerstreuung betrug 16,06 Skalenteile in 10 Minuten.

Tabelle X.

Anzahl der Folien	Skt./10 Min. + nat. Zerstr.	Skt./10 Min. — nat. Zerstr.
0	674,30	658,24
1	425,30	409,24
4	92,20	76,14
5	53,08	37,02
6	23,32	7,26
7	18,99	2,93
8	14,08	—

Platte VI.

Die natürliche Zerstreuung betrug 10,48 Skalenteile in 10 Minuten.

Tabelle XI.

Anzahl der Folien	Skt./10 Min. + nat. Zerstr.	Skt./10 Min. — nat. Zerstr.
0	4583,8	4573,32
1	3076,9	3066,42
2	2054,8	2044,32
3	1442,3	1431,82
4	785,3	774,82
5	388,6	378,12
6	95,8	85,32
7	16,60	6,12
8	10,00	—

Platte VIII.

Die natürliche Zerstreuung betrug 10,48 Skalenteile in 10 Minuten.

Tabelle XII.

Anzahl der Folien	Skt./10 Min. + nat. Zerstr.	Skt./10 Min. — nat. Zerstr.
5	6185,5	6175,02
6	379,6	369,12
7	35,8	25,32
8	9,9	—

Wie aus diesen drei Tabellen ersichtlich, genügten acht Folien, um die ganze Strahlung der aktivierten Platten zurückzuhalten. Die Ionisation, nachdem die Platte mit 8 Folien bedeckt war, war stets sogar kleiner wie die natürliche Luftionisation. Dieses rührt wahrscheinlich daher, daß der Boden des Meßzylinders durch die Aluminiumfolien, die weniger ionisierend wirken wie Messing, erheblich bedeckt war. Vielleicht ist es aber auch auf eine geringe Vermehrung der Kapazität durch Näherung der Unterfläche zurückzuführen.

Diskussion.

Es folge nunmehr eine tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse (s. nächste Seite).

Wie aus Tabelle XIII ersichtlich, wiesen die Platten, die im Vakuum aktiviert worden waren, deutlich als aktive Substanz Polonium auf:

1. Rutherford[1]) fand als Halbwertszeit für Polonium $T = 143$ Tage; dies entspricht einer Abklingungskonstante $\lambda = 5{,}61.10^{-8}$ Sekunden^{-1}. S. Curie[2]) gibt als Halbwertszeit an $T = 140$ Tage und $\lambda = 0{,}00495$ Tage $^{-1}$; auf Sekunden bezogen ergibt dies $\lambda = 5{,}73.10^{-8}$ Sekunden $^{-1}$. Meine Beobachtungen ergeben im Mittel $\lambda = 5{,}685.10^{-8}$ Sekunden^{-1}, ein Wert, der mit den Beobachtungen von Rutherford und S. Curie gut übereinstimmt.

2. Die Reichweite von Polonium in Luft beträgt 3,86 cm; auch hiermit stimmen die beobachteten Werte der aktivierten Messingplatten gut überein.

3. Die Strahlung der aktivierten Platten wurde durch 8 Aluminiumfolien von je 0,0031 mm Dicke völlig absorbiert. Wie auf S. 13 angeführt, genügten 8 Folien, um die Strahlung des benutzten Präparates gänzlich aufzuhalten; somit auch hier eine sehr gute Übereinstimmung.

---

1) Rutherford: Phil. Mag. (6) 10. S. 290—306. 1905.

2) S. Curie: C. R. 142. S. 273—276. 1906. Ph. ZS. 7. S. 146 bis 148. 1906.

Aktivierung im luftleeren Raum.

Tabelle XIII.

Akt. Messingplatte Nr.	Aktiv.-Abstand in cm	Dauer der Aktivierung in Tagen	I_0 Skt./1 Min.	λ	Reichweite in Luft in cm	Absorption durch Al-Folien	Präparat Nr.	Alter des Präparates in Monat.	Aufladung des Präparates
II.	0,5	75,9	88,47	$5{,}785.10^{-8}$	3,80—3,85	8	1	ca. 9	0
VI.	0,6	2	525,36	$5{,}178.10^{-8}$	3,80—3,90	8	1	„ 16	+640Volt
VII.	0,6	2	0,563	$6{,}093.10^{-8}$	—	—	1	„ 16	0
VIII.	0,6	2	$\sim$ 5000	—	3,90—4,00	8	1	„ 16	—640Volt

Aktivierung im lufterfüllten Raum.

Tabelle XIV.

Akt. Messingplatte Nr.	Aktivierungs-Abstand in cm	Dauer der Aktivierung in Tagen	I_0 Skt./10 Min.	λ	Präparat Nr.	Alter des Präparates in Monaten	Aufladung des Präparates
I.	0,5	34,00	31,76	$1{,}162.10^{-7}$	1	ca. 8	0
III.	0,5	14,75	4,024	$1{,}477.10^{-7}$	1	„ $13^1/_2$	0
IV.	0,5	13,90	3,49	$1{,}242.10^{-7}$	1	„ 14	0
V.	4,4	61,00	—	—	2	„ 5	0

Da Polonium erst bei 1000° flüchtig ist, so ist diese Erscheinung wohl nur durch Rückstoß zu erklären. Wenn ein α-Teilchen sein Atom verläßt, so erhält das Restatom eine erhebliche Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung wie das α-Teilchen. Da nun die aktivierten Platten selbst Polonium aufweisen, so besteht die Möglichkeit, daß das Restatom oder das α-Teilchen bei seinem Wegfliegen Substanz mit sich gerissen hat.

Ein anderes Resultat liefert uns Tabelle XIV für die in Luft aktivierten Platten. Reichweite und Absorption können zur Beurteilung nicht mit herangezogen werden. Die Abklingungskonstante beträgt im Mittel $\lambda = 1{,}294.10^{-7}$ Sekunden $^{-1}$. Dieser Wert ist über doppelt so groß wie λ für Polonium. Hierfür lassen sich zwei Erklärungen geben:

1. Polonium hat ein Unterprodukt, das bedeutend schneller zerfällt wie Polonium. Wenn ich den Emantionsversuch (s. S. 17) mit in die Diskussion ziehen darf, so ließe sich vielleicht folgende Vermutung aufstellen. Polonium gibt eine strahlenlose Emanation ab, die in verhältnismäßig kurzer Zeit wieder zerfällt in ein aktives Produkt, das wenn auch langsam, so doch erheblich schneller zerfällt wie Polonium. Es erscheint auch begreiflich, daß die nur indirekt in Bewegung gesetzten Ra. F-Teilchen die Luftschicht von 0,5 cm Dicke nicht zu durchdringen vermögen, während dies den direkt von einem ausfahrenden α-Teilchen zurückgestoßenen Restatomen noch gelingt.

2. Auch hier handelt es sich um ein Wegschleudern der Substanz. Doch wird in Luft die Geschwindigkeit der weggeschleuderten Teilchen sehr vermindert; deshalb treffen diese Teilchen mit einer geringen Geschwindigkeit auf die Messingplatte auf und lagern sich nur oberflächlich auf ihr, während sie im Vakuum tiefer in die Platte eindringen können bezw. sich fest anlegen. Wegen dieses leichten Auflagerns auf der Platte können die Teilchen auf dieselbe Weise wie beim Präparat wieder weggeschleudert werden.

Dadurch ist aber die Möglichkeit vorhanden, daß man nicht nur die Abklingung, sondern auch gleichzeitig die Abnahme der Substanz durch Wegfliegen beobachtet, wodurch dann ein größeres λ zustande kommt.

Versuche mit Anlegen eines elektrischen Feldes.

Bei den Platten VI, VII und VIII war ein großer Unterschied in der Intensität aufgetreten, je nachdem das Polonium-Präparat positiv, garnicht oder negativ aufgeladen wurde. Ich setzte deshalb einige Versuche von neuem an; leider wurde hierbei das benutzte stärkere Präparat zerstört, so daß ich mit dem zweiten Präparate weiter arbeiten mußte. Oben erwähnter Unterschied trat hierbei nicht wieder hervor. Die Spannung betrug 640 Volt, die Aktivierungsdauer 2 Tage. Die Versuche wurden im Vakuum gemacht.

1. Legte ich keine Spannung an, sondern verband beide Elektroden mit einander durch einen dünnen Draht, so ergab die Platte 13,89 Skalenteile in 1 Minute.

2. Das Präparat am positiven, die Platte am negativen Pol angelegt, ergab 6.13 Skalenteile in 1 Minute.

3. Bei entgegengesetzter Schaltung ergab die Platte 9,60 Skalenteile in 1 Minute.

Ich machte ferner Versuche mit 320 Volt Spannung und 1 Tag Aktivierungsdauer. Hierbei wurde das Präparat an den einen Pol gelegt, während die Platte und der andere Pol mit der Erde in Verbindung standen.

Die Resultate sind folgende:

1.	Polonium an — Pol.	3,73 Skt.	1 Min.
2.	„ „ — „	1,77	„
3.	„ „ — „	1,76	„
4.	ohne Spannung	1,93	„
5.	Polonium an — Pol.	1,39	„
6.	„ „ + „	1,28	„

Ein Einfluß des elektrischen Feldes ist also nicht festzustellen. Dagegen zeigt es sich, daß die Platte, die zuerst

aktiviert worden ist, ob mit oder ohne Spannung, stets die größte Intensität aufweist, und die Intensität der nachfolgenden Platten abnimmt. Dies läßt auf eine Ermüdung des Präparates schließen. Bei diesen Versuchen lag zwischen den einzelnen Aktivierungen nur ein Zeitraum von einigen Stunden. Bleibt dagegen das Präparat längere Zeit in Ruhe, so kann es sich wieder erholen, und es zeigt sich, daß je länger das Präparat ausgeruht hat, desto stärker die Aktivität der Messingplatte ist. Dies wird durch folgende Versuche bestätigt, die mit einem ganz neuen Präparate angestellt wurden. Hierbei wurde das Präparat mit dem einen Pol einer Batterie von 320 Volt verbunden, während wiederum der andere Pol sowie die Messingplatte geerdet waren. Zwischen den einzelnen Versuchen ließ ich ein bezw. zwei Tage verstreichen, um festzustellen, welchen Einfluß die Ruhepause auf die Aktivierung der Messingplatte ausüben würde. Die Resultate sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt. Die Empfindlichkeit betrug 151,71 Skalenteile für 1 Volt.

Aktivierungsdauer = 1 Tag; Ladung = 320 Volt.

Ruhepause des Präparates in Tagen	Aufladung des Präparates	Vacuum oder Luft?	Aktivität der Messingplatte in 10 Min.	Alter des Präparates:
1	+	Vacuum	48,41	1 Tag
2	+	„	56,98	4 „
1	—	„	39,32	6 „
2	—	„	41,83	9 „
2	+	Luft	5,24	12 „
2	—	„	7,94	15 „
2	0	Vacuum	19,42	18 „
3	0	„	20,86	22 „

Diese Ermüdungserscheinung läßt vielleicht folgende Erklärung zu. Während das Präparat sich in Ruhe befindet, lockern sich Teile des Poloniums, die dann, sobald das Präparat zur Aktivierung benutzt wird, besonders bei + Ladung

weggeschleudert werden. Je länger nun das Präparat ausruhen kann, desto mehr Teilchen können sich lockern, und desto aktiver wird die Platte werden. Auffällig ist es, daß bald bei positiver, bald bei negativer Aufladung des Präparates die Platte sich stärker aktiv erweist; dies wäre ja dadurch möglich, daß durch das hohe Potential die weggeschleuderten Teilchen beim Verlassen des Präparates eine Umladung erfahren.

Zusammenfassung.

1. Es wurde der Einfluß eines elektrischen Feldes auf die Reichweite der α-Strahlen von Ra. F mittelst der Scintillationsmethode im Vakuum untersucht. Durch 9 Aluminiumfolien von je 0,0031 mm Dicke wurde die Geschwindigkeit so herabgesetzt, daß die Scintillation beseitigt wurde. Anlegen eines positiven Potentials vermehrte die Geschwindigkeit wieder, sodaß ein Scintillieren von neuem zu beobachten war.

2. Die hierbei verwendeten Aluminiumfolien erwiesen sich als aktiv.

3. Eine Untersuchung des Ra. F auf Emanation ergab ein verhältnismäßig starkes Ansteigen der Zerstreuung, welches nach fast 13 Tagen ein Maximum erreichte. Von da ab konnte eine merkliche Zu- oder Abnahme mehrere Wochen hindurch nicht konstatiert werden. Vielleicht läßt sich dies auf eine strahlenlose Emanation zurückführen, die ein weiteres langsam zerfallendes Unterprodukt bildet.

4. Der im Vakuum aus Ra. F erhaltene Niederschlag ist sicher zum großen Teile Ra. F, denn Reichweite und Abklingungskonstante stimmen gut mit den von Rutherford angegebenen Werten überein.

5. Die Abklingungskonstante des im lufterfüllten Raume erhaltenen Niederschlages ist doppelt so groß wie die von Ra. F.

6. Wahrscheinlich spielen bei 4. und 5. Rückstoßvorgänge mit.

7. Ein Einfluß eines elektrischen Feldes auf die Aktivierung ließ sich nicht feststellen; es wurde jedoch eine eigentümliche Ermüdungserscheinung des Präparates beobachtet.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Dorn für die freundliche Anregung zu dieser Arbeit sowie für die stete, liebenswürdige Unterstützung und Beratung bei der Ausführung derselben meinen verbindlichsten Dank ergebenst auszusprechen.

Dank sage ich auch den Herren Dr. Hesius und Dr. Kolhörster für die mir erteilten Ratschläge.

Lebenslauf.

Geboren bin ich Otto Gustav Demmler zu Zella St. Blasii (Hzgt. S.-C.-G.) am 29. Oktober 1886 als Sohn des Fabrikbesitzers Ernst Demmler (†) und dessen Ehefrau Laurette, geb. Barthelmes (†). Ich bin evangelischer Konfession und meininger Staatsangehörigkeit. Von Ostern 1893 bis Ostern 1897 besuchte ich die Volksschule meiner Vaterstadt, von da bis Ostern 1900 die höhere Privatknabenschule Zella-Mehlis unter Leitung von Dr. Gildemeister. Ostern 1900 trat ich dann in das Gymnasium zu Schleusingen ein, das ich Ostern 1906 mit dem Zeugnis der Reife verließ, um mich dem Studium der Naturwissenschaften und Mathematik zu widmen. Ich studierte in Marburg, München und Halle. Die mündliche Doktorprüfung bestand ich am 15. Mai 1912.

Ich hörte bei folgenden Herren Professoren und Dozenten:

In Marburg:

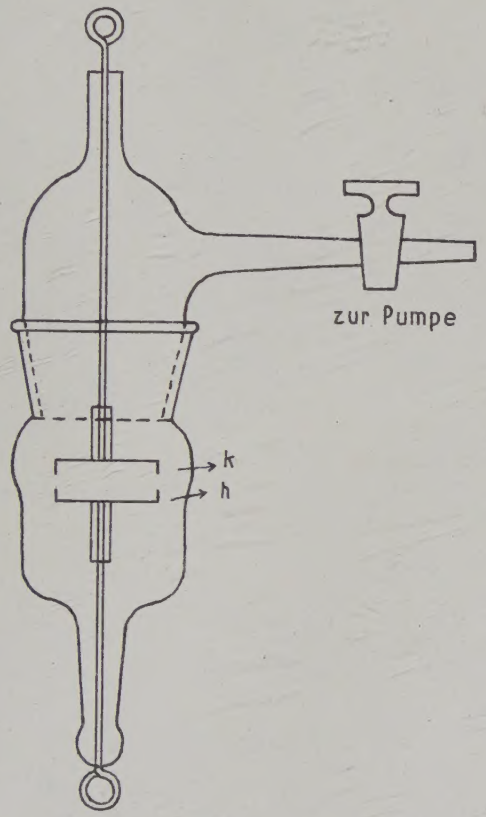
v. Dalwigk, Feußner, Fuëter, Hensel, Jung, Korschelt, Menzer, Mirbt, Richarz, Schaum, Zincke;

in München:

v. Aster, Birkner, Doflein, Göbel, Grätz, Maas, Sommerfeld;

in Halle:

Brüël, Dorn, Fitting, Fries, Goldschmidt, Gutzmer, Haecker, Japha, Karsten, Krueger, Küster, Langheineken, Menzer, Schmidt, Stammler, Taschenberg, Uphues, Wangerin, Wigand, Wüst.



Figur2.

Fig. 1a. Grundriß

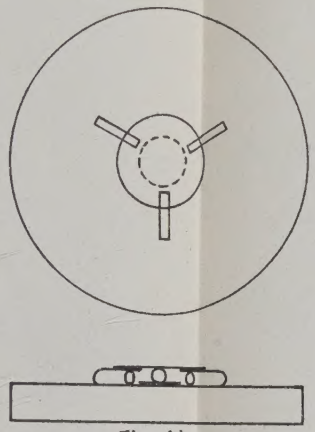


Fig. 1b.
Seitenansicht.

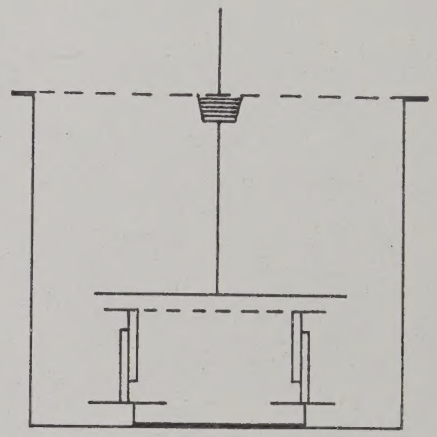


Fig. 4.

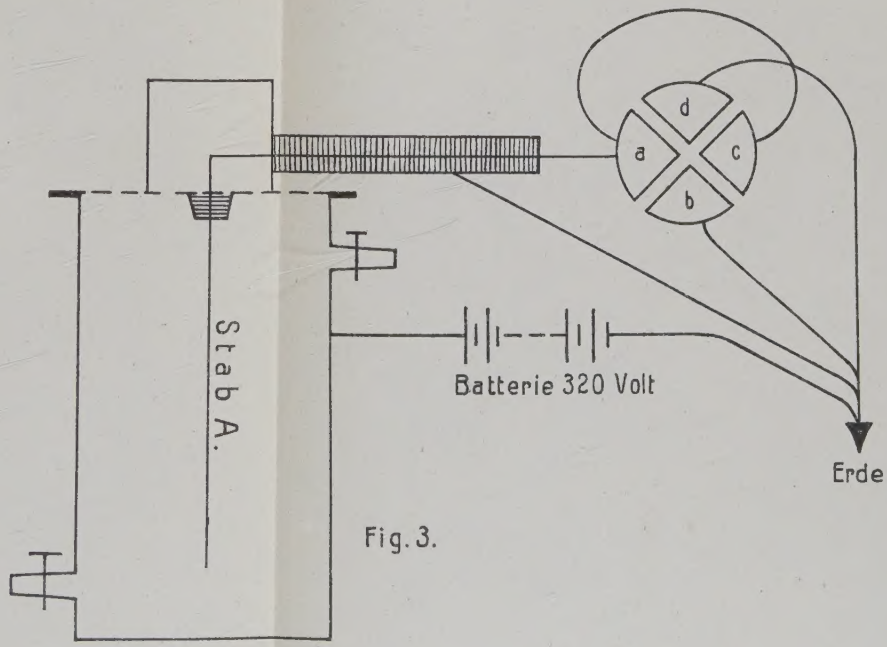
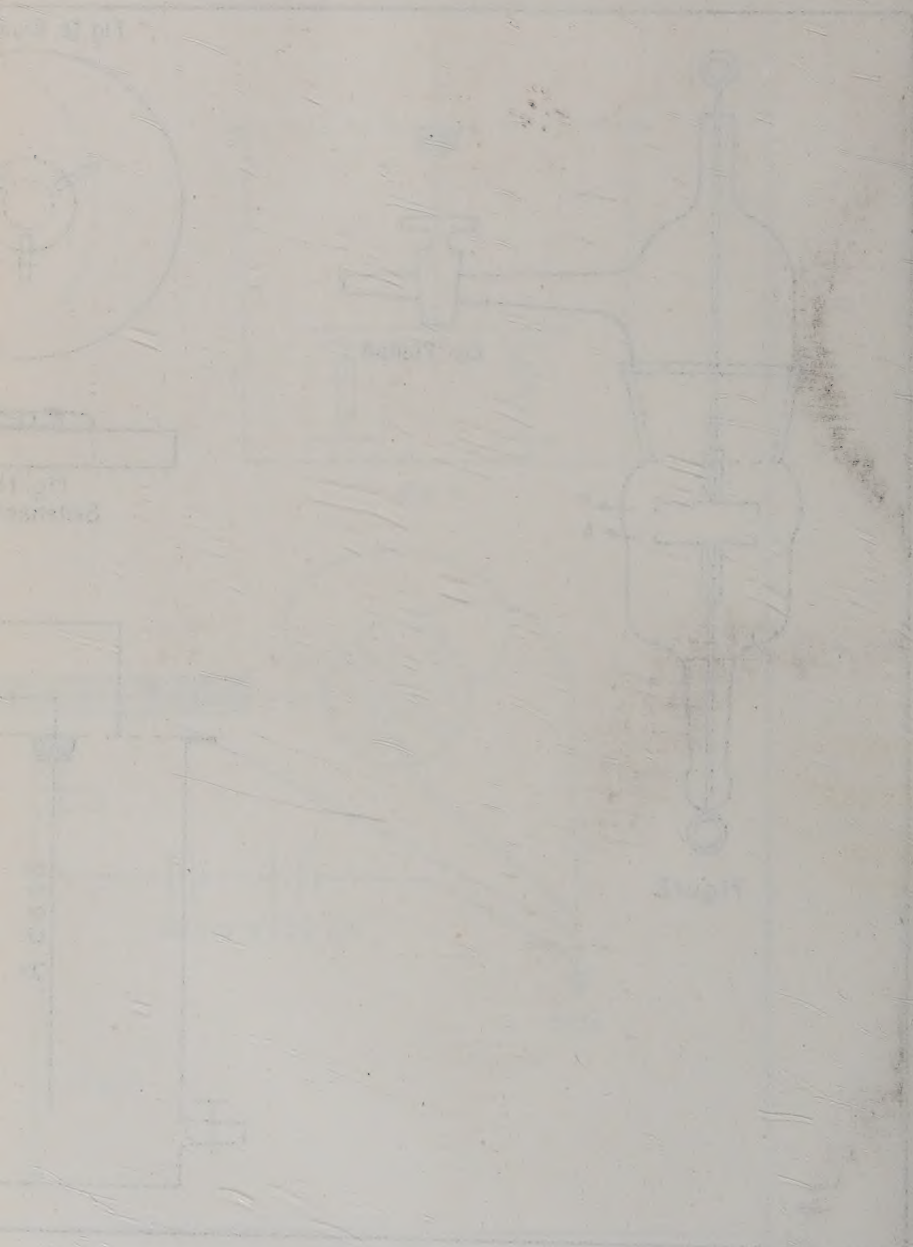



Fig. 3.